

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-57965

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月2日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
B 2 2 D 15/00		B 2 2 D 15/00	Z
B 2 2 C 1/00		B 2 2 C 1/00	C
C 2 2 C 1/02	5 0 3	C 2 2 C 1/02	5 0 3 J
	21/02		21/02
C 2 2 F 1/043		C 2 2 F 1/043	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-219639

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月14日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 柴田 良一

栃木県真岡市鬼堅ヶ丘11番地 日立金属株式会社東村研究所内

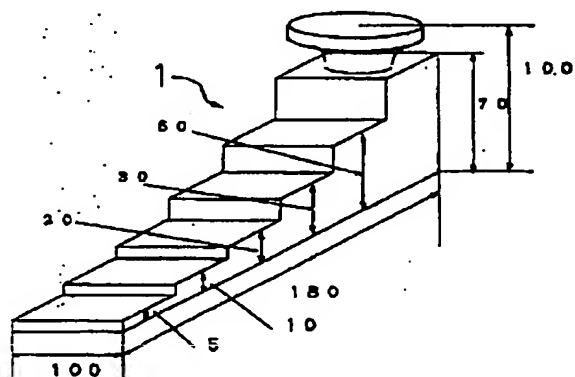
(74) 代理人 弁理士 本間 崇

(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金鋳物の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アルミホイールや懸架装置部品などの自動車部品として、砂型鋳物と同程度の納期で、金型鋳物に近い機械的性質を有し、特に靱性を優れるアルミニウム合金鋳物の試作方法を提供することである。

【解決手段】 本発明のアルミニウム合金鋳物の製造方法は、砂型鑄型において、少なくとも鑄型キャビティの一部又は全部に粒状の金属を成形した高熱伝導性を有する部分を有し、その鑄型に金属溶湯を注入して凝固させることにより部材を鑄造後、鑄造した部材を加圧温度において鋳物中に存在する欠陥が圧縮されるに十分な圧力で加圧し、その後にT 6処理を施すことを特徴とする。本発明で使用するアルミニウム合金鋳物の組成は、重量%で、S i : 4 ~ 10 %、M g : 0 . 2 ~ 0 . 7 %、F e : 0 . 2 %未満、C u : 0 ~ 6 %未満である。砂型鑄型の高熱伝導性部位に接触して凝固したアルミニウム合金鋳物の機械的性質の強度指標 [ 3 × 引張強さ ( M P a ) + 4 0 × 伸び ( % ) ] の値が1000以上である。鑄造後鋳物表面の一部または全部に塑性加工をおこす処理を行う。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 砂型鑄型において、少なくとも鑄型キャビティの一部又は全部に粒状の金属を成形した高熱伝導性を有する部分を有し、その鑄型に金属溶湯を注入して凝固させることにより部材を鑄造後、鑄造した部材を加圧温度において鑄物中に存在する欠陥が圧縮されるに十分な圧力で加圧し、その後、T6処理を施すことを特徴とするアルミニウム合金鑄物の製造方法。

【請求項2】 使用する合金が、重量%で、Si: 4~10%、Mg: 0.2~0.7%、Fe: 0.2%未満、Cu: 0~6%未満、残部Alおよび不可避的不純物からなる組成を有することを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金鑄物の製造方法。

【請求項3】 砂型鑄型の高熱伝導性部位に接触して凝固したアルミニウム合金鑄物の機械的性質の強度指標

【 $3 \times \text{引張強さ (MPa)} + 40 \times \text{伸び (\%)} \text{】}$ の値が、無次元表示で、1000以上であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のアルミニウム合金鑄物の製造方法。

【請求項4】 鑄造後鑄物表面の一部または全部に塑性加工をおこなう処理を行うことを特徴とする請求項1~請求項3のいずれか1項に記載のアルミニウム合金鑄物の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、靱性に優れかつ高い抗張力を有し、自動車用のアルミホイールや足廻り鑄物部品等の、強度を必要とする部材の試作に使用するアルミニウム合金鑄物の製造方法に関し、特に試作等の少量の鑄物を鑄造する場合に適するアルミニウム合金鑄物の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車等の強度部材として使用されるアルミニウム合金鑄物は、強度、安全性が重要であり、鑄物の健全性はもちろん、靱性、とくに耐衝撃性、高い伸び、耐力、および高い抗張力を有する等、良好な機械的性質が要求される。

【0003】こうした機械的性質を比較的満足するものとして、Al-Si-Mg系およびAl-Si-Cu-Mg系の合金がある。これらの合金は、Si: 7%前後、Mg: 0.3%前後、Fe: 0.2%程度を含み、鑄造性が良好であり、また、特に溶湯温度を低温にして鑄型に鑄造する場合や、鑄物の厚肉部など冷却速度が大きいところでは、機械的性質が比較的良好である。そして、これ等の合金は、自動車用のナックルハウジング、アーム、デフケースなど、強度および靱性を必要とする鑄物部品に使用されてきている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ナックルハウジング、アーム、デフケースなどの自動車用部品の量産には金型

鑄物が使用されるが、試作には高価な金型費用が不要なこと、納期が短いことなどから、通常砂型鑄造が使用される。そのため、冷却速度の遅い鑄物の厚肉部では、鑄造欠陥や粗大な晶出物が発生しやすく、機械的性質が劣る。

【0005】鑄造用鑄型に関し、特開昭60-6241号公報においては、「鉄系粉とセラミック粉を骨材としこれに硬化過程で蒸発性のある粘結材を重量配合比で(1~5):(1~5):1に混合したスラリー状の資料を原型模型に流し込み硬化させ、離型後乾燥することにより多孔性を付与してなる鑄造用模型。および上記の離型後乾燥しさらに酸化性雰囲気中で焼成し、多孔質で緻密な硬化層を有する複合焼成体としてなる鑄造用模型。」を開示している。この模型は減圧鑄型の成型用模型として好適であるほか、鑄種と模型とで形成される空間に鑄物砂を投入したあと、鑄種内に圧縮空気を供給し、模型上面の鑄物砂を硬化させることで鑄型を造型する静圧造型法にも適用可能である、としている。

【0006】また、特開昭61-213331号公報においては、吸引成型、特に吸引成型または真空成型に有用な多孔質通気構造を有する焼成体とその製法に関し、該焼成体が金属酸化物粉末の分散した、緻密な硬化シェル層と内部の未焼成パッキング層を有し、型全体が気孔率1~50%の多孔質構造となっている耐久成型型の改良された製法を開示している。なお、成型は鉄、ニッケル、アルミニウムから選ばれた一種又は二種以上の金属粉とセラミック粉末を骨材とし、これに粘結材および添加物を配合し、これに鋼繊維0~50容量%混合したスラリー状物を流し込みにより行う。特開昭60-6241号公報および特開昭61-213331号公報に開示の発明においては、金属の粉末を含むスラリー状物を流し込みにより成形体を製作するものである。しかしながら上記特開昭60-6241号公報および特開昭61-213331号公報に開示の鑄型では、混合硬化工程や焼成工程が必要となり、試作するための期間が長くなる。

【0007】本発明は、上記従来技術の課題を解決し、アルミホイールや懸架装置部品などの自動車部品として、砂型鑄物と同程度の納期で、金型鑄物に近い機械的性質を有し、特に靱性に優れるアルミニウム合金鑄物の試作方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために鋭意研究の結果、本発明者は、Al-Si-Mg系およびAl-Si-Cu-Mgのアルミニウム合金に対して、少なくとも鑄型キャビティの一部又は全部に粒状の金属あるいは高熱伝導性セラミックスを成形した高熱伝導性を有する部分（以下「高熱伝導性部位」という。）を有し、その鑄型に金属溶湯を注入して凝固させることにより部材を鑄造し、鑄造した部材を加圧温度において

鋳物中に存在する欠陥が圧縮されるに十分な圧力で加圧することにより、鋳物の鋳造時の冷却速度を高めること、鋳物内部の鋳造欠陥を圧縮することおよび靱性に有害なFeを含む化合物の晶出を最小限にすることにより、厚肉部位においても、信頼性が高く、特にT6処理後靱性の高いアルミニウム合金鋳物が得られることを見いだした。

【0009】即ち、本発明のアルミニウム合金鋳物の製造方法は、砂型鋳型において、少なくとも鋳型キャピティの一部又は全部に高熱伝導性粒状物を成形した高熱伝導性を有する部分を有し、その鋳型に金属溶湯を注入して凝固させることにより部材を鋳造後、鋳造した部材を加圧温度において鋳物中に存在する欠陥が圧縮されるに十分な圧力で加圧することにより、鋳物の鋳造時の冷却速度を高めること、重量%にて、Si:4~10%、Mg:0.2~0.7%、Fe:0.2%未満(好ましくは0.15%未満)、Cu:0~6%未満、残部Alおよび不可避不純物からなり、鋳造後にT6処理を施されることを特徴とする。また、上記鋳物に更に表面部に塑性加工をおこなう処理を行うことにより疲労強度が上昇する。

【0010】本発明の高靱性、高強度アルミニウム合金鋳物は、砂型鋳型の高熱伝導性部位に接触して凝固した部分の機械的性質の強度指標[3×引張強さ(MPa)+40×伸び(%)]の値が、無次元表示で、1000以上となる。

【0011】また、本発明の高靱性、高強度アルミニウム合金鋳物は、疲労強度が80MPa以上となる。

【0012】そして、本発明は強度部材の試作に適用でき、特にナックルハウジング、アーム、デフケースなどの構造用部品の試作に適用することができる。

【0013】本発明におけるアルミニウム合金鋳物の各組成範囲および数値の限定理由は以下のとおりである。

(1) Si(シリコン):4~10%

Siは、鋳造性を左右する元素であり、4%未満では鋳造性が悪く、大きな外引けを生じる。しかし、10%を越えると、内引けが大きくなる。大きな欠陥は加圧処理においても完全に圧着することは困難である。このため、Siの含有量は、4~10%とする。

【0014】(2) Mg(マグネシウム):0.2~0.7%

Mgは、T6熱処理により、Siと結合してMg<sub>2</sub>Siが基地中に分散し、強度を向上させるのに有効である。0.2%未満ではその効果が小さく、0.7%を越えると共晶部にMg<sub>2</sub>Si化合物やAl、Mg、Si、Feを主体とする化合物を晶出して靱性を阻害する。このためMgの含有量は、0.2~0.7%とする。

【0015】(3) Fe(鉄):0.2%未満、好ましくは0.15%未満

Feは、靱性を阻害する要因として知られている。冷却速度の違いがある鋳物は、Al、Si、Mg、Feを含む化合物が晶出し、靱性を阻害する。このためFe含有量は、0.20%未満、好ましくは0.15%未満とする。

【0016】(4) Cu(銅):0~6%未満

Cuは時効硬化を助長し強度を向上させるが6%を越えると靱性を低下させる。このために、Cu含有量を0から6%未満とする。

【0017】(7) 強度指標[3×引張強さ(MPa)+40×伸び(%)]：無次元表示で、1000以上  
強度部材は、機械的性質の引張強さと伸びの双方を必要とする。しかし、一般に、引張強さと伸びの値を大きくして両立させることは難しい。そこで、本発明者は、

(係数)×(引張強さ)と(係数)×(伸び)の和を無次元であらわしたある値以上にあれば、部品に衝撃が加わった場合でも、強度と靱性を確保できることを見だし、これを強度指標(無次元表示)とした。本発明で強度指標は、[3×引張強さ(MPa)+40×伸び(%)]とし、その値を無次元表示で、1000以上とする。

【0018】(8) 疲労強度を高めるため表面にショットピーニング等の塑性変形を施す。

【0019】(9) 加圧圧力：大気圧を超える  
加圧圧力は加圧温度における材料の変形応力以上とすることが望ましい。高い方が良好な特性が得られるが通常経済性も考慮して、100MPa前後で実施する。

【0020】上記組成範囲および構成のほか、H<sub>2</sub>(水素)を0.4%以下にして、アルミニウム合金鋳物の溶体化処理時のふくれの発生や内部へのピンホールの発生を抑止する。

【0021】また、Ti(チタン)を0.2%以下、またさらに、B(ボロン)を0.2%以下添加して、結晶粒を微細化してもよい。

【0022】更に、改良処理として、溶湯に少量のNa、Sr、Sb等を加えて、共晶基地中のSi形状を球状微細化し機械的強度を向上することもできる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

(実施の形態1)表1に示すJISのAC4CH組成の溶湯を調整後、精錬、脱ガス処理を行い、図1に示す階段状の試験片を鋳造した。なお、図1中での数値は各部位の寸法(mm)を示す。階段状の鋳物を鋳造する鋳型は、通常の珪砂を主体とする鋳物砂および肌砂に鋳物部分の厚さと同程度の厚さとなるよう平均粒径0.8mmの鉄粒およびアルミニウム粒を水ガラスで成型した。

【0024】

【表1】

## 化 学 組 成

Si (%)	Mn (%)	Mg (%)	Fe (%)	Ti (%)	Sr (ppm)	H <sub>2</sub> (ml/100g)
7.02	0.01	0.33	0.14	0.12	87	0.12

【0025】 鑄造した試験片の加圧には熱間静水圧プレス(HIP)を用い、表面塑性変形にはショットピーニングを用いた。アークハイトは0.25mmAであつ

熱間 加圧(500℃)

た。表2に製造条件を示す。

【0026】

【表2】

表面塑性加工(疲労試験片のみ)

実施例 101	鉄粒鑄造型	100MPa	—
実施例 102	鉄粒鑄造型	100MPa	ショットピーニング
実施例 103	7μm以下粒鑄造型	100MPa	—
実施例 104	7μm以下粒鑄造型	100MPa	ショットピーニング
比較例 501	鉄粒鑄造型	—	—
比較例 502	砂型	—	—
比較例 503	砂型	100MPa	—
比較例 504	砂型	100MPa	ショットピーニング
比較例 505	金型	—	—

【0027】 鑄造、T6熱処理後、階段状試験片の各厚さ毎に評価用テストピースを製作し、それぞれ機械的性質、繰返し数10<sup>7</sup>回における疲労強度、強度指標を調

査した。その結果を表3と表4に示す。

【0028】

【表3】

番号	厚さ (mm)	伸び (%)	引張強さ (MPa)	疲労強度 (MPa)	強度指標
101	5	11.2	305	112	1363
	10	10.8	298	108	1330
	20	9.8	283	101	1241
	30	8.3	279	98	1169
	50	6.9	271	89	1089
	70	5.9	263	83	1025
102	5	11.2	305	126	1363
	10	10.9	298	120	1330
	20	9.8	283	119	1241
	30	8.3	279	110	1169
	50	6.9	271	98	1089
	70	5.9	263	83	1025
103	5	12.8	308	116	1436
	10	11.6	297	105	1355
	20	10.7	293	100	1307
	30	9.6	287	99	1245
	50	8.3	280	87	1172
	70	6.9	272	85	1092
104	5	12.8	308	128	1436
	10	11.6	297	121	1355
	20	10.7	293	119	1307
	30	9.6	287	116	1245
	50	8.3	280	101	1172
	70	6.9	272	95	1092

【0029】

【表4】

番号	厚さ (mm)	伸び (%)	引張強度 (MPa)	疲労強度 (MPa)	強度指標
501	5	10	288	7.9	1284
	10	8.7	286	7.2	1206
	20	8.6	275	6.6	1089
	30	5.9	270	6.3	1048
	50	3.4	252	6.2	882
	70	3.1	245	6	859
502	5	5.3	265	6.8	1007
	10	4.8	258	6.5	966
	20	3.9	250	6.1	908
	30	3.2	249	6.2	875
	50	2.2	236	5.9	796
	70	1.6	229	5.7	751
503	5	9.8	281	102	1235
	10	8.8	275	98	1189
	20	5.6	255	86	989
	30	6.3	249	78	999
	50	5.2	236	76	918
	70	4.9	229	74	883
504	5	8.8	281	112	1235
	10	8.6	275	103	1189
	20	5.6	255	93	989
	30	6.3	249	89	999
	50	5.2	236	82	918
	70	4.9	229	80	883
505	5	11.2	305	81	1353
	10	10.3	298	77	1306
	20	7.2	282	72	1134
	30	8.3	278	78	1088
	50	5.5	271	76	1033
	70	4.8	270	74	1008

【0030】表3で示す実施例101～104ではいずれの肉厚においても強度指標が1000より大きく、疲労強度も80MPa以上である。一方、表4で示す比較例601、502、503、504の機械的性質の引張強さと伸びは、薄肉部の5mm～10mmでは良好であるが、肉厚の増加とともに低下しており強度指標や疲労強度が共に全ての厚さで満足されているものは無い。比較例505は、金型であるので強度指標1000以上が

確保されている。

【0031】(実施の形態2)表5に示すJISのAC4B組成の溶湯を調整後、精錬、脱ガス処理を行い、図1に示す階段状試験片を得る表6に示す鋳型に鋳造した。そして、実施の形態1と同様にその特性を調査した。表6に鋳型および加圧条件を示す。

【0032】

【表5】

化 学 組 成							
Si (%)	Mn (%)	Cu (%)	Mg (%)	Fe (%)	Ti (%)	Sr (ppm)	H <sub>2</sub> (ml/100g)
5.1	0.01	4.03	0.33	0.14	0.12	87	0.12

【0033】

【表6】

	鋳型	加圧(500℃)	表面塑性加工(疲労試験片のみ)
実施例 201	鉄粒鋳型	100MPa	—
実施例 202	7%ニ41粒鋳型	100MPa	—
比較例 601	金型	—	—
比較例 602	鉄粒鋳型	—	—

【0034】鋳造、T6熱処理後、階段状試験片の各厚さ毎に評価用テストピースを作製し、それぞれ機械的性質、繰返し数 $10^7$ 回における疲労強度、強度指標を調

査した。その結果を表7に示す。

【0035】

【表7】

番号	厚さ (mm)	伸び (%)	引張強度 (MPa)	疲労強度 (MPa)	強度指標
201	5	5.2	396	108	1896
	10	4.6	378	105	1812
	20	4.2	358	99	1242
	30	3.8	351	86	1205
	50	3.5	348	84	1184
	70	3.2	342	81	1154
201	5	6.1	401	111	1447
	10	4.9	388	109	1880
	20	4.5	382	103	1828
	30	3.9	375	100	1281
	50	3.2	349	93	1175
	70	3.3	338	88	1146
601	5	6.6	388	77	1428
	10	6.1	379	75	1381
	20	4.9	372	69	1312
	30	4.2	363	67	1257
	50	3.8	354	68	1214
	70	3.3	338	61	1146
802	5	5.4	398	69	1410
	10	3.9	372	63	1272
	20	2.2	331	61	1081
	30	1.8	307	58	983
	50	1.2	304	59	960
	70	0.9	196	55	824

【0036】表7で示す実施例201と202はいずれの肉厚においても強度指標が1000より大きく、疲労強度も80MPa以上である。一方、比較例601と602の強度指標はほとんど1000以上であるが、疲労強度が80MPa以上のものは無く、強度指標と疲労強度を共に満足するものはない。

【0037】

【発明の効果】本発明は以上の如くであり、金型鋳造と同程度の強度を必要とするアルミニウム合金鋳物の製

造、特に試作等の少量の鋳物の製造に最適である。本発明により金型と同一強度のアルミニウム合金鋳物が短期間に製造可能となるため、各種開発サイクルの短縮に有効である。

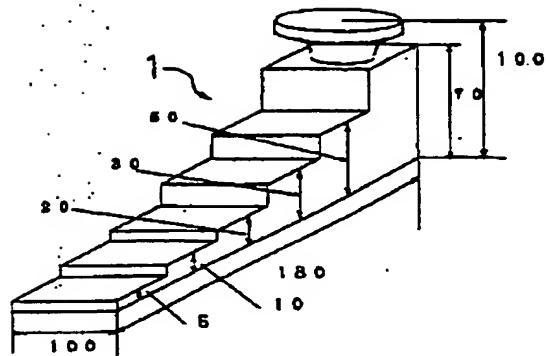
【図面の簡単な説明】

【図1】段階状の試験片鋳物を示す図である。

【符号の説明】

1 段階状の試験片鋳物

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
// C 22 F 1/00

識別記号

602  
611  
630

631

F 1

C 22 F 1/00

602  
611  
630B  
630A  
630G  
631Z

DESIGN PATENT